الجزء الثاني

التحولات النووية

المقرر	الدروس	تمارين
1- التناقص الإشعاعي	4 س	1س
2- النوى -الكتلة و الطاقة	4 س	1 س
المجموع	8 س	2 س
	10 س	

التناقص الإشعاعي

I نواة الذرة:

1) مكونات نواة الذرة:

تتكون نواة ذرة من بروتونات ونوترونات و هذه المكونات يطلق عليها اسم النويات .
عدد البروتونات الذي تتوفر عليه النواة يرمز إليه ب Z ويسمى بالعدد الذري أو عدد الشحنة .
يرمز لعددالنويات بالحرف A ويسمى عدد الكتلة.

تمثل نواة ذرة لعنصر كيميائي X بالرمز : $^{A}_{Z}X$ (A ← عدد الكتلة ، Z ← العدد الذري)

عدد لنوترونات المكونة للنواة يرمز إليه بالحرف N حيث : $N = A - Z$

مثال: $^{35}_{17}C\ell$: رمز نواة ذرة الكلور التي تحتوي على 17 بروتونا و 18 نوترونا .

2)النويدات :

يطلق اسم النويدة في الفيزياء الذرية على مجموعة النوى التي تتميز بعدد معين من البروتونات ومن النوترونات.
أي أن نواة نويدة معينة لها نفس عدد الكتلة A ونفس عدد الشحنة Z .

فمثلا : $^{1}_{1}H$ نويدة . $^{2}_{1}H$ نويدة اخرى. و $^{3}_{1}H$ نويدة اخرى. و $^{16}_{8}O$ نويدة اخرى.

وبالتالي كل نويدة تتميز بعدد معين من النويات، و بتغير A تتغير النويدة ولو تعلق الأمر بنفس العنصر الكيميائي.
فرغم أن هناك 92 عنصرا كيميائيا طبيعيا فقط فهناك 350نويدة طبيعية في المقابل لأننا نجد أحيانا لدى نفس العنصر الكيميائي عدة نويدات يطلق عليها اسم النظائر الكيميائية.

3) النظائر الكيميائيةلعنصر كيميائي :

نظائرعنصركيميائي هي النودات التي لها نفس العدد الذري وتختلف بعدد كتلتها A. فهي إذن تنتمي لنفس العنصر الكيميائي لكنها تختلف باختلاف عدد توترووناتها.

مثال:نظائر عنصر الهيدروجين: $^{1}_{1}H$ البروتيوم(0 نوترون و) $^{2}_{1}H$ الدوتريوم (1نوترون) $^{3}_{1}H$ التريتيوم (نوترونات2).

كما أن النظائر تختلف من حيث وفارتها في الطبيعة:

مثال:

النظير	$^{16}_{8}O$	$^{17}_{8}O$	$^{18}_{8}O$
الوفارالطبيعية%	99,759	0 ,037	0,204

4)كثافة المادة النووية:

للنواة شكل كروي شعاعها r يتغيربتغير عدد الكتلة وفق العلاقة التالية: $r = r_o A^{\frac{1}{3}}$

$r_o = 1,2\times10^{-15}\,m$ و الكتلة التقريبية لنوية : $m = 1,7\times10^{-27}\,Kg$

وبذلك تكون القيمة التقريبية للكتلة الحجمية للنواة $\rho = \frac{M}{V} = \frac{m.A}{\frac{4}{3}\pi.r^3} = \frac{3mA}{4\pi.r_o{}^3.A} = \frac{3.m}{4\pi.r_o{}^3} \approx 2.10^{17}\,Kg/m^3$

$\rho = 2.10^{8}\,tonne/cm^3$ ومنه يتضح أن المادة النووية شديدة الكثافة،لأن كتلة $1cm^3$ من المادة النووية تساوي 200 مليون طن .

II-استقرار وعدم استقرار النواة :

1) لمحة تاريخية:

في سنة1896 م اكتشف العالم الفيزيائي بيكوريل النشاط الإشعاعي الطبيعي صدفة حينما كان يقوم بأبحاث على الأشعة السينية الحديثة الإكتشاف آنداك حيث لاحظ أن املاح الأورانيوم تبعث إشعاعا قادرا على التأثير على صفيحة فوتوغرافية.

2)تعريف:

النشاط الإشعاعي تحول طبيعي تلقائي (غير مرتقب في الزمن)، تتحول خلاله نواة غيرمستقرة إلى نواة متولدة أكثر استقرارا مع انبعاث دقيقة أو عدة دقائق.

3)المخطط (N,Z) مخطط سيغري:

تحتفظ بعض النوى دائما بنفس التركيب،نقول أنها مستقرة، بينما بعض النوى تتحول تلقائيا إلى نوى أخرى بعد بعثها لإشعاعات ، نقول أنهاغير مسقرة أو إشعاعيةالنشاط.



III) التحولات النووية التلقائية – الأنشطة الإشعاعية: يبين **المخطط**

1) قانون الإنحفاظ: (قانون سوديSoddy)

خلال تحول نووي ينحفظ عدد الشحنة Z. وكذلك العددالإجمالي للنويات A.

مثلا نعتبر التحول التالي: $${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z_1}^{A_1}Y + {}_{Z_2}^{A_2}P$$

انحفاظ $Z \Leftarrow$ $Z = Z_1 + Z_2$

انحفاظ $A \Leftarrow$ $A = A_1 + A_2$

2)أنواع الأنشطة الإشعاعية :

*النشاط الإشعاعي α :

النشاط الإشعاعي α تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية ${}_{Z}^{A}X$ إلى نواة متولدة ${}_{Z-2}^{A-4}Y$ ببعث نواة الهيليوم ${}_{2}^{4}He$

$${}_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_{2}^{4}He$$ معادلة التفتت النووي α

$N = A - Z$
N
$N-2$
${}_{Z}^{A}X$
α
${}_{Z-2}^{A-4}Y$
$Z-2$ Z Z

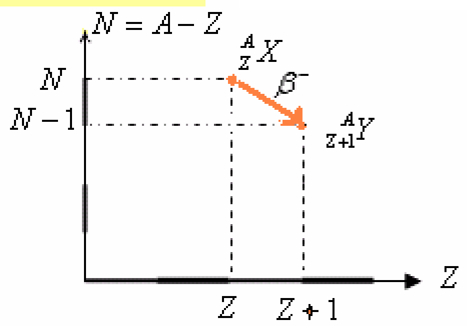
مثال:البولونيوم إشعاعي النشاط α معادلة تفتته هي :

$${}_{84}^{210}Po \longrightarrow {}_{82}^{206}Pb + {}_{2}^{4}He$$

*النشاط الإشعاعي β^- :

النشاط الإشعاعي β^- تفتت نووي طبيعي وتلقائي، تتحول خلاله نواة أصلية ${}_{Z}^{A}X$ إلى نواة متولدة ${}_{Z+1}^{A}Y$ ببعث إلكترون ${}_{-1}^{0}e$ يسمى دقيقة β^-.

معادلة التفتت النووي β^- $\quad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e$



مثال: الكوبالت إشعاعي النشاط β^- معادلة تفتته هي :

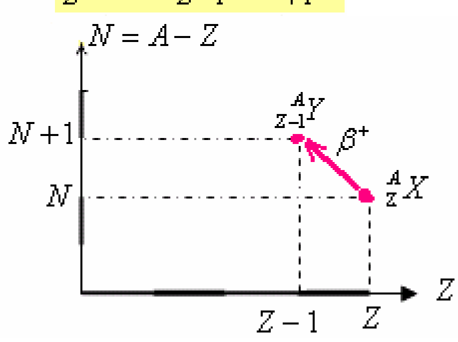
$${}^{60}_{27}Co \longrightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$$

ملحوظة: الإشعاع β^- ناتج عن تحول نوترون إلى بروتون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي: ${}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$

* النشاط الإشعاعي β^+ :

النشاط الإشعاعي β^+ تفتت نووي طبيعي وتلقائي،يظهر عموما لدى العناصر الإشعاعية الإصطناعية تتحول خلاله نواة أصلية ${}^{A}_{Z}X$ إلى نواة متولدة ${}^{A}_{Z-1}Y$ ببعث بوزيترون ${}^{0}_{+1}e$ يسمى دقيقة β^+.

معادلة التفتت النووي β^+ $\quad {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e$



مثال: الفوسفور إشعاعي النشاط β^+ معادلة تفتته هي :

$${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e$$

ملحوظة: الإشعاع β^+ ناتج عن تحول بروتون إلى نوترون داخل نواة، ويعبر عنه بما يلي: ${}^{1}_{1}p \rightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{0}_{+1}e$.

* النشاط الإشعاعي γ :

عبارة عن موجات كهرمغناطيسية ذات طاقة كبيرة ،وهو يواكب الأنشطة الإشعاعية α و β^- و β^+ حيث تكون النواة المتولدة في إثارة فتفقد طاقة إثارتها ببعث إشعاع γ.

3) الفصيلة المشعة :

تتحول نواة غير مستقرة إلى نواة اخرى.وإذا كانت هذه الأخيرة غير مسقرة ، فإنها تتحول بدورها إلى نواة أخرى ، وهكذا إلى أن نحصل على نواة مستقرة وغير مشعة. نسمي مجموع النوى الناتجة عن نفس النواة الأصلية فصيلة مشعة.

IV التناقص الإشعاعي:

1) تطور المادة المشعة (قانون النشاط الإشعاعي)

النشاط الإشعاعي ظاهرة عشوائية تحدث تلقائيا وبدون سبق إشعارويخضع عدد النوى $N(t)$ المتبقية في عينة مشعة لقانون التناقص الإشعاعي التالي: $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda . t}$ عدد النوى المتبقية عند اللحظة t .

N_O: عدد نوى العينةالمشعة عند اللحظة $t = 0$.

λ : ثابتة النشاط الإشعاعي وهي ثابتة تميز النويدة المعينة ووحدتها في ن.ع. للوحدات (s^{-1})

2) ثابتة الزمن τ .

زمن مميز لنويدة مشعة معينة نرمز إليها ب τ ومرتبطة بثابتة النشاط الإشعاعي λ

بالعلاقة $\tau = \dfrac{1}{\lambda}$ ووحدتها (s) . وبذلك تصبح العلاقة السابقة كما يلي: $N(t) = N_o.e^{-\frac{t}{\tau}}$

و عدد النوى المتبقية عند اللحظة $t = \tau$: هو: $N_{(t=\tau)} = N_O e^{-\frac{\tau}{\tau}} = N_O e^{-1} = 0{,}37 N_O$

إذن عند اللحظة $t = \tau$ يتبقى من العينة 37 % و هو ما يمثل نقصانا في عدد نوى العينة البدئية بنسبة 67 % .

3) عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة مشعة:

نسمي عمر النصف $t_{1/2}$ لنويدة معينة المدة الزمنية اللآزمة لتفتت نصف نوى العينة.

عند اللحظة : $t = t_{1/2}$ لدينا: $N_{(t_{1/2})} = \dfrac{N_O}{2}$.

وبما أن : $N(t) = N_O e^{-\lambda t}$ فإن: $\dfrac{N_O}{2} = N_O e^{-\lambda . t_{1/2}}$

إذن: $\dfrac{1}{2} = e^{-\lambda . t_{1/2}}$ وبإدخال دالة Ln على طرفي هذه المتساوية نحصل على:

$-Ln2 = -\lambda . t_{1/2}$ ومنه $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$ ←.............. عمر النصف لنويدة مشعة

ملحوظة: يمكن التعبير عن عمر النصف بدلالة ثابتة الزمن τ فإن: $\tau = \dfrac{1}{\lambda}$ ، بما أن : $t_{1/2} = \dfrac{\ln 2}{\lambda} = \tau . \ln 2$

من أجل رسم المنحنى $N = f(t)$ للدالة $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda . t}$ (1)

نعتبر لحظات تتناسب مع عمر النصف $t = n.t_{1/2}$ مع : $\lambda = \dfrac{\ln 2}{t_{1/2}}$

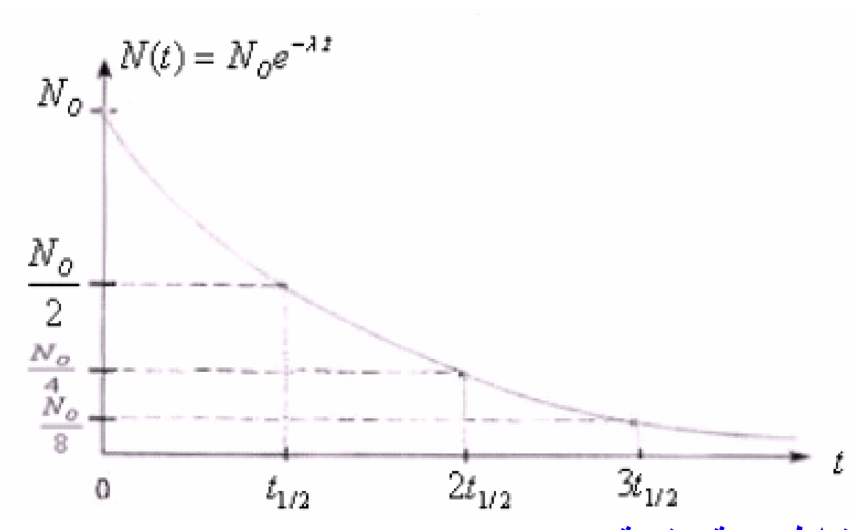
إذن (1) تصبح:

$$N_{(t)} = N_O e^{-\frac{\ln 2}{T}.nT} = N_0 e^{-n\ln 2} = N_O e^{-\ln 2^n} = N_O e^{\ln\frac{1}{2^n}} = N_O \times \frac{1}{2^n} = \frac{N_O}{2^n}$$

$N_{(t)} == \dfrac{N_O}{2^n}$ مع $t = n.t_{1/2}$

$N(t) = \dfrac{N_o}{2^0} = N_o \Leftarrow$	$t = 0 \Leftarrow$	$n = 0$
$N(t) == \dfrac{N_o}{2} \Leftarrow$	$t = t_{1/2} \Leftarrow$	$n = 1$
$N(t) = \dfrac{N_o}{4} \Leftarrow$	$t = 2t_{1/2} \Leftarrow$	$n = 2$
$N(t) == \dfrac{N_o}{8} \Leftarrow$	$t = 3t_{1/2} \Leftarrow$	$n = 3$
$N(t) == \dfrac{N_o}{16} \Leftarrow$	$t = 4t_{1/2} \Leftarrow$	$n = 4$

$N(t) = \dfrac{N_o}{2^\infty} \to 0 \Leftarrow$		$n \to +\infty$



4) نشاط عينة مشعة:

أ) تعريف:

نشاط عينة تحتوي على عدد $N_{(t)}$ من النوى المشعة ،هوعدد النوىالمتفتتة في وحدة الزمن ، ونرمز إليه ب:

$a(t)$ وتعطيه العلاقة التالية: $a(t) = -\frac{dN_{(t)}}{dt}$ ووحدته هي البكريل الذي نرمز إليه ب: (Bq)

بما أن : $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda . t}$

فإن: $a_{(t)} = -\frac{d(N_O e^{-\lambda . t})}{dt} = -N_O \frac{d(e^{-\lambda . t})}{dt} = -\lambda N_O . e^{-\lambda . t} = -\lambda . N_{(t)}$

إذن $a_{(t)} = -\lambda . N_{(t)}$ <-- نشاط عينة عند لحظة t مع $N_{(t)} = N_O e^{-\lambda . t}$

بالتعويض نجد : $a_{(t)} = -\lambda . N_O . e^{-\lambda . t}$ **(2)**

إذن عند اللحظة $t = o$: لدينا: $a_0 = -\lambda . N_O$

وبذلك العلاقة **(2)** تصبح: $a_{(t)} = a_o . e^{-\lambda t}$

ب) أمثلة لنشاط مصادر مشعة:

المصدر المشع	النشاط
جسم انسان كتلته70Kg	7000Bq
1Kgمن البولونيوم	2.10^{12}Bq

5) التأريخ بالنشاط الإشعاعي:

يمكن التناقص الإشعاعي لبعض العناصر المشعة ، الموجودة في الصخور أوفي الكائنات الميتة ،من ايجاد عدة تقنيات للتأريخ.فبمقارنة قياس نشاط (أو كمية مادة)عينة ميتة مع قياس عينة شاهدة من نفس الطبعة ، نتمكن من تقدير عمر العينة. (انظر التمارين) .

SBIROAbdel krim – Lycée Abdellah Chefchaouni + Lycée Agricole – Oulad – Taima – Maroc
pour toute observation contacter mon email
sbiabdou@yahoo.fr

التوجيهات:

– يمكن استعمال التكنولوجيات الحديثة للإعلام والاتصال NTIC لدراسة بعض الأنشطة المقترحة.
– تعرف النويدة والعنصر الكيميائي ويعطى رمزاهما كما تعطى فكرة عن كل من أشعة النوى والكتلة الحجمية للمادة النووية ويشار إلى حالة المادة في نجم نوتروني.
– تمثل النويدات المستقرة في المخطط (N,Z) ويعلق على شكل المنحنى المتوسط دون تفسير أسباب عدم استقرار بعض النوى .
– يبين الطابع العشوائي لتفتت إشعاعي دون التطرق إلى دراسة إحصائية نظرية أو تجريبية .
– يعطى قانون التناقص الإشعاعي على شكل تفاضلي $-dN=\lambda\, dt$ ، وعلى شكل تكاملي $N(t)=N_0e^{-\lambda t}$.
– يعطى قانون النشاط الإشعاعي لعينة على شكل $a(t) = a_0e^{-\lambda t}$.
– تعطى بعض رتب مقادير النشاط الإشعاعي الطبيعي (جسم الإنسان ، الصخور...).

تذكير: حول الدالةالأسية exponentiel نرمز إليها ب: e
هي الدالة العكسية لدالة اللوغاريثم النيبيري Le logarithme népérien ونرمز لهذا الأخير ب: $\ln$
لدينا: $f(x)=e^x$ ⇐ $f^{-1}(x)=\ln x$
تأكد مما يلي ، باستعمال الآلة الحاسبة:
$e^0=1$ اضغط على الزر $Scift$ ثم $\ln$ ثم o ثم =
$e^1=2{,}718$ اضغط على الزر $Scift$ ثم $\ln$ ثم 1 ثم =
$e^{10}=22$ اضغط على الزر $Scift$ ثم $\ln$ ثم 10 ثم =
تأكد مما يلي: $\ln 10=2{,}3$
تحقق من كون: $\ln e=1$ ؟ من أجل ذلك اضغط على الزر $\ln$ ثم $Scift$ من جديد ثم اضغط على الزر $\ln$ ثم وأتبعه الرقم 1 (أي e^1) ثم = فستحصل على $\ln e=1$.

بنفس الطريقة تأكد من كون: $\ln e^5=5$ **وبصفة عامة لدينا :** $\ln e^x=x$
$e^{(\ln 5)}=5$ **وبصفة عامة لدينا :** $e^{\ln x}=x$
وذلك ناتج عن كون $f^{-1}(f(x))=x$